



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“GESTION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS CAMIONES DE ACARREO DE MINERAL A TAJO ABIERTO O REVISION DE LITERATURA CIENTIFICA”.

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autores:

Santos Jorge Ortiz Caballero

Asesor:

Ing. Jorge Luis Alfaro Rosas

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

Este presente proyecto lo dedico a Dios por guiarme día a día, brindarme las fuerzas para seguir adelante e iluminar el sendero de mi vida.

A la persona que siempre estuvo a mi lado, darle gracias por apoyarme en cada momento y permitirme llegar hasta esta instancia de mi carrera profesional como es mi querida madre y a la gran voluntad de apoyo insistente de mi linda familia como son mi hermano y mis hermanas quienes me enseñaron que las cosas de la vida tienen un valor especial que solo se consigue con esfuerzo y dedicación para poder alcanzar nuestras metas propuestas.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento es primeramente para Dios guiar cada momento, por brindarme la tranquilidad, la paciencia y sobre todo la sabiduría en toda esta carrera y por permitirme alcanzar este logro tan importante en mi vida.

A mi querida madre Fedelina Caballero Lázaro que siempre es el gran pilar de mi vida y de mi familia. Asimismo, a mi hermano, hermanas, mi esposa y mis queridas hijas por el apoyo a lo largo de mi carrera.

También mi agradecimiento a la Universidad Privada del Norte por ser una institución de prestigio por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en la carrera elegida como es Ingeniería Industrial y al mismo tiempo haciendo extensivo mi agradecimiento a los diversos docentes por los conocimientos impartidos para mi formación profesional durante los años de estudio en mencionada institución.

Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	10
CAPÍTULO III. RESULTADOS	11
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	18
REFERENCIAS.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla N°1 Fuente de la búsqueda de la información según autor, diseño, titulo, país, año</i>	<i>Pág.; 11</i>
<i>Tabla N°2 Pasos para elaboración del Árbol Lógico de Fallas (RCA)</i>	<i>Pág.; 16</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura N°1 Según fuente de búsqueda de información.</i>	<i>12</i>
<i>Figura N°2 Según modelo de investigación.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura N°3 Investigaciones según año de estudio.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura N°4 Árbol lógico de fallas.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura N°5 Ciclo de acarreo del camión en minería a tajo abierto.....</i>	<i>19</i>

RESUMEN

El presente trabajo de Proyecto de tesis se realizó con el objetivo de *DEMOSTRAR COMO MEJORA LA DISPONIBILIDAD DE LOS CAMIONES DE ACARREO DE MINERAL A TAJO ABIERTO CON LA IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO.*

En la presente investigación también se pudo identificar las funciones que tiene la confiabilidad, la disponibilidad, y el mantenimiento como herramientas de gestión que pueden auxiliar en gran medida la toma de decisiones del personal de mantenimiento en equipos de acarreo de mineral.

El tipo de investigación del presente trabajo se realizó ingresando las palabras clave a la base de datos de las bibliotecas virtuales como son de Scielo, Redalyc, y Google Académico, seleccionando los artículos de interés para el presente estudio logrando identificar los artículos encontrados y de interés para el presente trabajo son de carácter aplicativo.

Revisadas las diferentes bases de datos de las bibliotecas virtuales se pudo identificar en diferentes autores de ¿en qué medida puede mejorar la disponibilidad de camiones de carrero de mineral a tajo abierto la implementación de planes de mantenimiento? Para una mejor disponibilidad de equipos.

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento preventivo, Gestión de mantenimiento, Disponibilidad de equipos, Plan de mantenimiento, Indicadores de gestión

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La industria minera a cielo abierto y/o a cielo cerrado a nivel mundial es una de las actividades de mayor producción debido a los altos precios de los minerales que se extraen de la corteza terrestre mediante diferentes procesos, entre los cuales se encuentran oro, plata, bronce, níquel, cobre, hierro, entre otros minerales.

En la industria de la minería a cielo abierto, las actividades de carga y acarreo tanto del mineral son actividades vitales para el logro de los objetivos operacionales, deben ser desempeñados por equipos de carga (cargadores) y de acarreo (camiones) de gran capacidad afín de asegurar una alta eficiencia y productividad. (*Escamilla Lopez, Miguel; Mesa Jimenez, Jorge-2011*).

Uno de los problemas más comunes de este tipo de actividad es la dificultad para alcanzar los objetivos de productividad planteados por las diferentes empresas de este rubro debido a diversas causas que tiene que ver con el diferente tipo de mineral explotado, fragmentado y material estéril producido por las voladuras. (*conciencia tecnológica No.42, julio-diciembre 2011*).

Si consideramos como por ejemplo a la empresa KOMATSU que realiza trabajos en el sector minero y de la construcción para lo que se requiere de maquinaria pesada y especializada para el desarrollo de los procesos de carguío, el desgaste que sufre este tipo de equipos y herramientas es un aspecto relevante que la empresa tiene en cuenta durante todo el proceso, para prevenir paralizaciones de las maquinas en pleno funcionamiento, la empresa realiza un análisis previo o mantenimiento para que se detecten las fallas y sean reparadas en el tiempo necesario. (*Carol, Alavedra Flores; Gastelu Pinedo, Yumira -2013*)

Un buen sistema de gestión de mantenimiento también debe de estar orientado a la seguridad y a la disponibilidad que esto vincula de manera coherente aspectos económicos y técnicos del mantenimiento, utilizando enfoques proactivos y métodos de priorización de esfuerzos para descubrir las intervenciones de mantenimiento más eficaces y efectivas. (*Torres Valle, A: Rivero Oliva, JdeJ – 2007*).

En la actualidad la minería consiste en uno de los mayores ingresos para el país, ya que representa un gran porcentaje de exportaciones nacionales, que esta genera grandes divisas

y al mismo tiempo genera empleo para ello es importante tener un buen plan de mantenimiento para sus equipos ya sea de carguío o de acarreo

Este tipo de sistema de manejo de materiales resulta complejo de analizar debido a la incertidumbre asociada a los equipos y a las interacciones existentes dentro del sistema. Uno de los principales problemas a enfrentar en este sistema corresponde a la utilización eficiente de la flota de carguío y transporte con el objetivo de minimizar costos y maximizar la eficiencia. (Askari- Nasab et al., 2013).

Actualmente el costo más alto en operaciones mina a cielo abierto , es el costo de acarreo de los camiones gigantes ya sea en insumos como es del combustible , llantas y repuestos , este costo representa un 45% aproximado del costo de minado es por eso que se plantea que ***EN QUE MEDIDA PUEDE MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE CAMIONES DE ACARREO DE MINERAL A TAJO ABIERTO LA IMPLEMENTACION DE PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO?***

Una adecuada gestión de mantenimiento teniendo en cuenta el ciclo de vida de cada activo físico debe de cumplir también los objetivos de reducir los costos globales de la actividad productiva, asegurar el buen funcionamiento de los equipos y sus funciones, disminuir al máximo los riesgos para las personas y los efectos negativos sobre el medio ambiente, generando además procesos y actividades que soporten los objetivos mencionados.

En el presente proyecto tiene como objetivo ***DEMOSTRAR COMO MEJORA LA DISPONIBILIDAD DE LOS CAMIONES DE ACARREO DE MINERAL A TAJO ABIERTO CON LA IMPLEMENTACION DE PLANES DE MANTENIMIENTO.***

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El objetivo del presente trabajo de investigación es demostrar cómo mejorar la disponibilidad de los camiones de acarreo a tajo abierto con la implementación de planes de mantenimiento, a través de recopilar y analizar la base de datos de las diferentes bibliotecas virtuales los temas de interés relacionados a esta investigación.

Para el estudio de este presente proyecto de tesis se plantea una metodología que se basa en ubicar estudios o investigaciones con similitud al tema tratado en este proyecto de tesis seleccionando en las investigaciones las palabras clave de Mantenimiento preventivo , Gestión de mantenimiento , Plan de mantenimiento , Indicadores de gestión , Disponibilidad de equipos , en diversas bases de datos de las diversas bibliotecas virtuales en donde se encuentran almacenadas las publicaciones más relevantes sobre el tema a ser desarrollado

Para el estudio del presente proyecto los artículos que fueron revisados se pudieron seleccionar de las base de datos de las bibliotecas virtuales como son de; Redalyc , Scielo y Google Académico , con las palabras clave ya mencionadas, en donde para el proceso de inclusión se consideraron las publicaciones y trabajos relacionados y con similitud al tema de investigación.

La revisión de la literatura científica es una estrategia de la recopilación de información que emerge ante la necesidad de conocer de manera sistemática los resultados de las investigaciones.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Como se puede apreciar en la siguiente base de datos del presente trabajo de proyecto de tesis, en la cual para esta investigación sobre **LA GESTION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS CAMIONES DE MINERIA A TAJO ABIERTO** se pudieron realizar investigaciones en las siguiente revistas científicas como son: REDALYC, SCIELO, GOOGLE ACADEMICO en la cual se pudieron analizar 18 artículos referentes teniendo el mismo objetivo al tema a ser tratado. (Tabla N° 1)

Tabla N °1: Fuente de búsqueda de información según autor, diseño, título, país y año

Item	Fuente	autor	Diseño	Título	País	año
1	Google académico	Zegarra Ventura, Manuel Enrique	Descriptivo	Gestión moderna del mantenimiento de equipos pesados	Perú	2015
2	Google académico	Quiroz Buelvas, Alfredo Eduardo Gómez	Aplicativo	Modelo para el uso eficiente de una flota de acarreo minero minimizando los costos de operación	Perú	2017
3	Google académico	García García, José Miguel	Aplicativo	Estudio para la implementación de taller especializado en el mantenimiento correctivo de equipos camineros pesados en el cantón libertad de la provincia de santa elena.	Ecuador	2018
4	Google académico	Ruiz Pinzón, José Daniel	Aplicativo	Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la Empresa Inverglobal INC LTDA.	Bolivia	2019
5	Redalyc	García Zapata, Teonila Doria; Sotomayor Sancho David, César	Aplicativo	Modelo de mejora de la competitividad basada en indicadores críticos de gestión en las pequeñas empresas de servicios de mantenimiento de equipos pesados	Perú	2013
6	Google académico	Rivera Salas, Ricardo Mayron	Aplicativo	Mejoramiento de la flota de carquo y acarreo en operaciones mina, para el incremento de la producción, sociedad minera cerro verde S.A.A	Perú	2018
7	Redalyc	Alavedra Flores, Carol; Gastelu Pinedo, Yumira	Descriptivo	Gestión de mantenimiento y su relación con la disponibilidad de la flota de los camiones 730 E Komatsu	Perú	2016
8	Redalyc	Montilla M., Carlos A.; Arroyave, Juan Felipe; Silva M., Carlos	Aplicativo	Caso de aplicación centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo	Colombia	2007
9	Redalyc	Torres Valle, A.; Rivero Oliva, J. de J.	Descriptivo	Gestión de mantenimiento orientado a la seguridad	Cuba	2004
10	Redalyc	Escamilla Lopez, Miguel; Meza Jimenez, Jorge; Llamas Cabello,	Descriptivo	Estudio de la productividad del equipo de carga en una mina de mineral de hierro a cielo abierto	Mexico	2011
11	Google académico	Avalcanti Garay, Migdalis	Aplicativo	Adaptación de un programa de TPM y adaptación de un sist. De indicadores de efectividad de los equipos para una compañía minera	Colombia	2013
12	Redalyc	Olarte C., William; Botero A., Marcela; Canon A., Benhur	Descriptivo	Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción	Perú	2010
13	Google académico	Mescua Rivera, Raúl Ceferino; Li Galvez, Cindy	Aplicativo	Propuesta de plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad aplicado a una flota de camiones fuera de carretera en una mina de tajo abierto	Perú	2016
14	Google académico	Quintana Rodríguez, Sergio	Aplicativo	Diseño de un programa de mantenimiento preventivo de equipo pesado mediante el análisis de fallas, para incrementar la disponibilidad en el proyecto shahuindo de stracon GyM.	Perú	2016
15	redalyc	Mesa Grajales, Dairo H.; Ortiz Sanchez, Yesid; Pinzon, Manuel	Descriptivo	La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento	Colombia	2006
16	Google académico	Pompa Mendoza, Andy Roy	Aplicativo	Diseño del proceso de planificación y programación para incrementar la mantenibilidad de la flota de camiones CAT 793C de mantenimiento mina	Perú	2018
17	Google académico	Eisson David Nino Jaimes	Descriptivo	Control de la confiabilidad en equipos de operación minera de la empresa prodeco mina la jaula basado en las técnicas RIM (reliability information management) y RCA (análisis causa efecto)	Colombia	2017
18	Scielo	Viveros Pablo; Stegmaier Raul; Kristjanpoller Fredy; Luis Barbera Luis	Descriptivo	Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo	Chile	2012

CAPÍTULO III. RESULTADOS

La búsqueda para el presente trabajo de investigación para dicho proyecto realizadas en las diferentes bases virtuales de Redalyc, Scielo, Google Académico, se pudieron encontrar un 56% en la base de datos de Google académico, un 39% en la base de datos de Redalyc y un 5% en la base de datos de Scielo, como se puede apreciar en la siguiente figura realizada para dicho estudio.

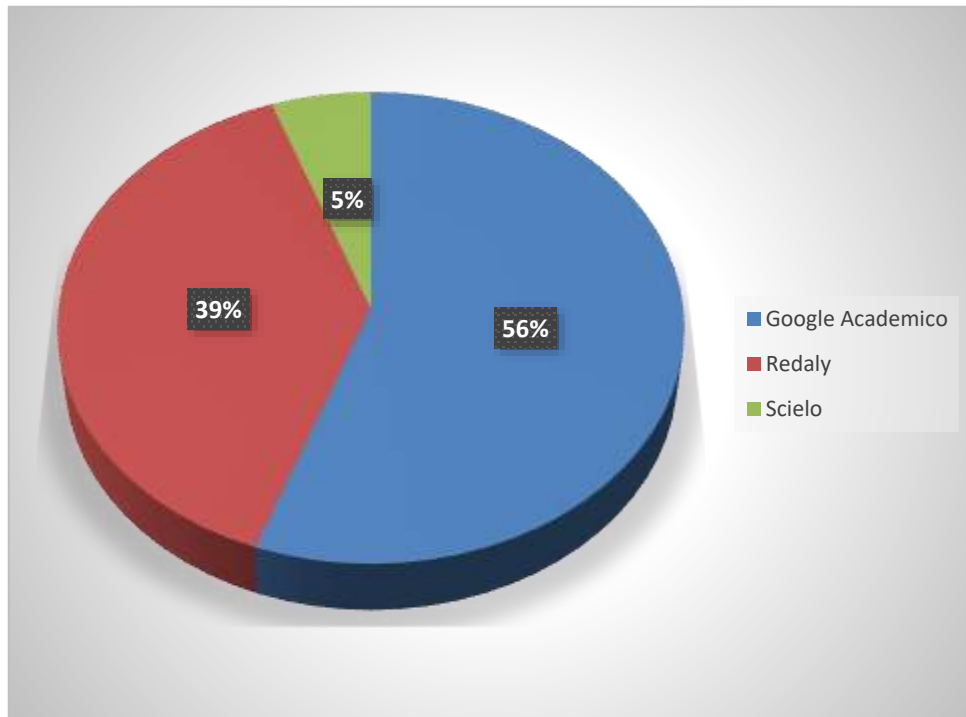


Figura N°1 Según fuentes de búsqueda de información

También se pudo identificar de la base de datos creados para este trabajo se pudo identificar los diferentes métodos de trabajo que realizaron los diferentes actores de cada tema encontrado como es: Método Descriptivo y Método Aplicativo.

Encontrándose con un 56% de trabajos aplicativos y un 44% de trabajos descriptivos.

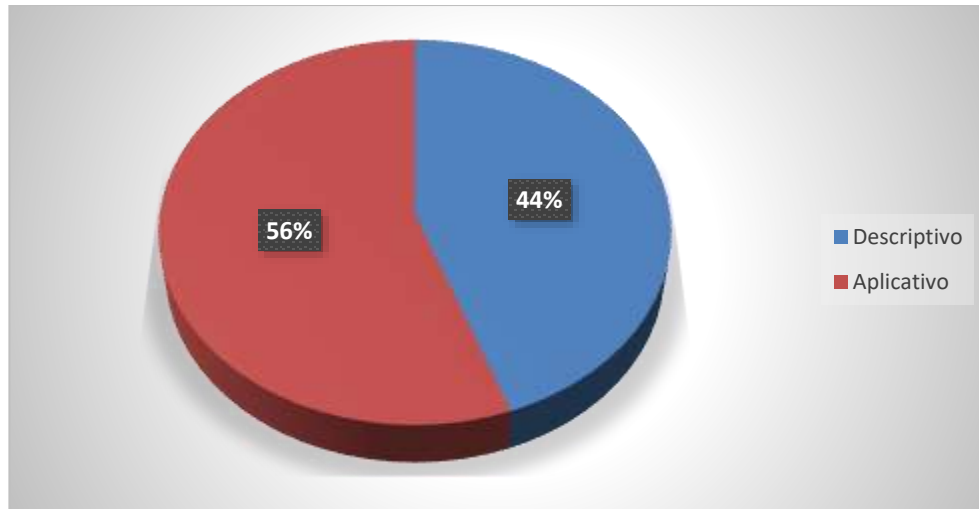


Figura N°2 Según modelo de investigación

También tomando en cuenta al periodo de análisis que corresponden a cada artículo que se pudieron encontrar en los últimos 20 años se puede determinar que en los años 2004-2007 se encontraron 3 artículos de interés para este tema de investigación: en los años 2008-2011 se encontraron 2 artículos de interés: en los años 2012-2015 se encontraron 4 artículos de interés y entre los años 2016-2019 se encontraron 18 artículos de interés para el estudio del presente proyecto.

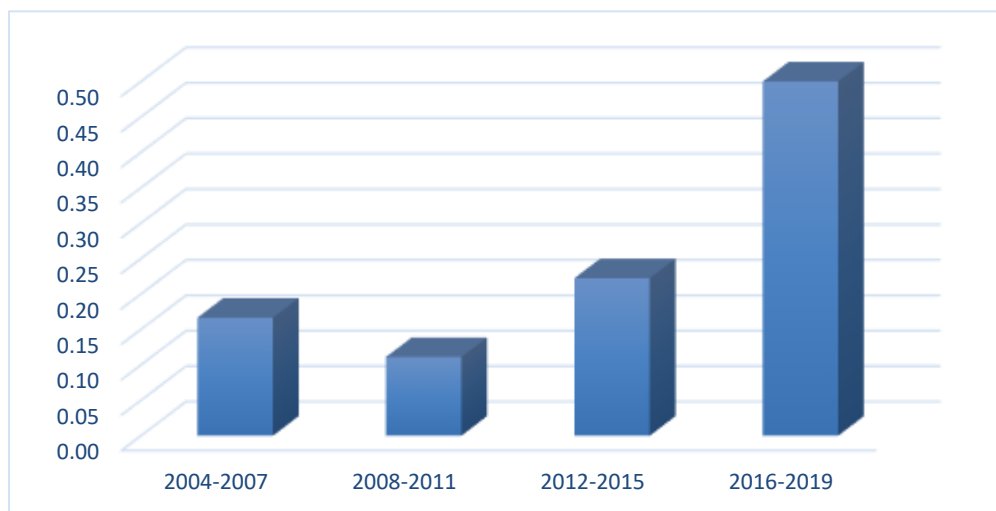


Figura N°3 Investigaciones según año de estudio

En la presente investigación se busca demostrar que para mejorar la competitividad, las empresas de este sector deberán gestionar de forma eficiente ciertos procesos en especial

aquellos que generan valor agregado. (*García Zapata, Teonila Dora; Sancho Dávila, Cesar Sotomayor – 2013.*

Dentro de las diversas investigaciones encontradas podemos mencionar sobre una bases teóricas sobre gestión de equipos que dice que existe documentación sobre teorías de la gestión de mantenimiento , sus procedimientos objetivos y beneficios para lo cual se va a exponer a alguna de ellas que se consideran útiles para el estudio del presente proyecto .El máximo rendimiento de una pieza de equipo de minería depende primordialmente de tres factores críticos : el diseño del producto , la aplicación en que es usado , y el mantenimiento que esta recibe durante su vida de servicio (*catarpillar,2005,pag.2*).

Comenzaremos citando dos definiciones de mantenimiento, que creo que reúne la esencia del pensamiento del mismo “El mantenimiento es un conjunto de actividades técnicas de aplicación directa, estructurales y de control económico que tiene como objetivo conseguir que la vida útil de las instalaciones, maquinas, edificaciones sea la mayor posible, lo que permite que el valor de las inversiones permanezca activo durante el tiempo de amortización e inclusive después.”(Valdivia, 1993, pag.4). “Cuando hablamos de equipos móviles el mantenimiento preventivo puede ser definido como una actividad organizada cuyo objetivo es maximizar el servicio y valor económico de la máquina .Estas actividades comienzan con la adquisición de la máquina y continua a lo largo de su vida (Equipment Maintenance Council, 2007, pag.117).

Que los equipos más eficientes y de mayor tamaño y capacidad, así como la incorporación de la electrónica y computación en sus sistemas y mecanismos son solo algunos ejemplos de estos cambios. En este ambiente dela alta demanda de la gestión de equipos tiene un papel fundamental para el logro de los objetivos finales que como DEMOSTRAR COMO MEJORA LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE ACARREO DE MINERAL A TAJO ABIERTO CON LA IMPLEMENTACION DE PLANES DE MANTENIMIENTO. Para ello se debe de considerar en la estructura de un sistema de mantenimiento .Ellas son:

- Mantenimiento preventivo
- Monitoreo de condiciones
- Administración de reparaciones pendientes
- Administración de componentes
- Servicios de reparaciones en el taller y en el campo
- Registro del historial de reparaciones

- Análisis de resultados de Gestión
- Administración de problemas

Estas ocho funciones respaldan una Gestión exitosa de mantenimiento (Zegarra Ventura, .Manuel Enrique; flores A., 1998)).

Dentro de las diferentes investigaciones que se realizó para el siguiente proyecto también se encontró que en diferentes trabajos aplicados sobre **Mejorar la disponibilidad de equipos de acarreo en monería a tajo abierto y a los planes de mantenimiento preventivo**, realizan un análisis de causa raíz mediante la herramienta llamada como **Árbol Lógico De Fallas**. (*Niño jaimes, Jeisson David – 2017*)

El árbol lógico de fallas es considerado una herramienta de la confiabilidad operacional que permite representar gráficamente las relaciones de causa y efecto que nos conduce a descubrir el evento indeseable y cuál es la causa raíz del problema.

En la práctica el RCA (análisis causa raíz) es quien coloca los datos de una falla en forma lógica y comprensible mostrando en un diagrama la toma de decisiones verticales atreves de preguntas que ayudan a guiar al grupo en busca de la respuesta correcta (hermano, 2011) que se muestra a continuación:

Tabla N° 2 Pasos para elaboración del Árbol Lógico de Fallas (RCA)

1. EVENTO (MAL ACTOR): En este paso se realiza la descripción del mal actor o falla repetitiva que se encuentra ocasionando problemas y pérdida en la función de una pieza o proceso, el análisis de estos problemas debe basarse en hechos verificables que permitan iniciar el proceso de análisis de la falla.
2. MODOS DE FALLA: Los modos de falla son una descripción más detallada de cómo ocurrió el evento en el pasado, estos deberán estar basados en hechos. En este paso el análisis del mal actor son las diferentes fallas que originaron el problema principal y su función es dividir el problema central en cuadros más pequeños para hacerlo más manejable.
3. HIPÓTESIS: las hipótesis son suposiciones que se hacen respecto a la pregunta de cómo pudo suceder determinado modo de falla, estas Pueden tener varios niveles de verificación dependiendo de la aceptabilidad requerida.
4. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS: En la verificación de hipótesis se recurren a diversos métodos de validación con los cuales se aprueba la Hipótesis propuesta como un hecho con los cuales se clarifica a un más el problema; los métodos más utilizados son: análisis y seguimiento de vibraciones, Observación humana, ultrasonido, fotografías, cámaras de video, termografía y alineación laser.
5. CAUSAS FÍSICAS: Este nivel reúne todas las causas de origen físico que pudieron dar origen a la falla, es la causa tangible. En este nivel no se encontrara la causa de la falla si no un punto de partida para resolver el problema, por lo que se deberá seguir con el análisis de falla.
6. CAUSAS HUMANAS: Errores cometidos por el factor humano que Inciden directa o indirectamente en

La ocurrencia de la falla, estos pueden originarse por la falta de conocimiento en procesos y la toma de decisiones erradas que generalmente dan como resultados errores de omisión.
7. CAUSAS LATENTES: Son todos aquellos problemas que aunque no hayan ocurrido son factibles de que ocurran. También pueden ser considerados como los sistemas de organización que las personas utilizan para tomar decisiones, cuando estas son deficientes se traducen en errores de decisión que pueden ocasionar dificultades en el funcionamiento adecuado de los equipos, algunos ejemplos de estas causas pueden ser: falta de procedimientos, capacitación inadecuada del equipo de trabajo y problemas de comunicación.

Nota. Descripción de pasos. Fuente (Hernando, 2011)

En la elaboración del árbol lógico de fallas se debe efectuar mediante un proceso ordenado, donde las diferentes etapas que lo componen guiaran al grupo de análisis del RCA a encontrar la causa raíz que está originando el problema.

Árbol Lógico de Fallas

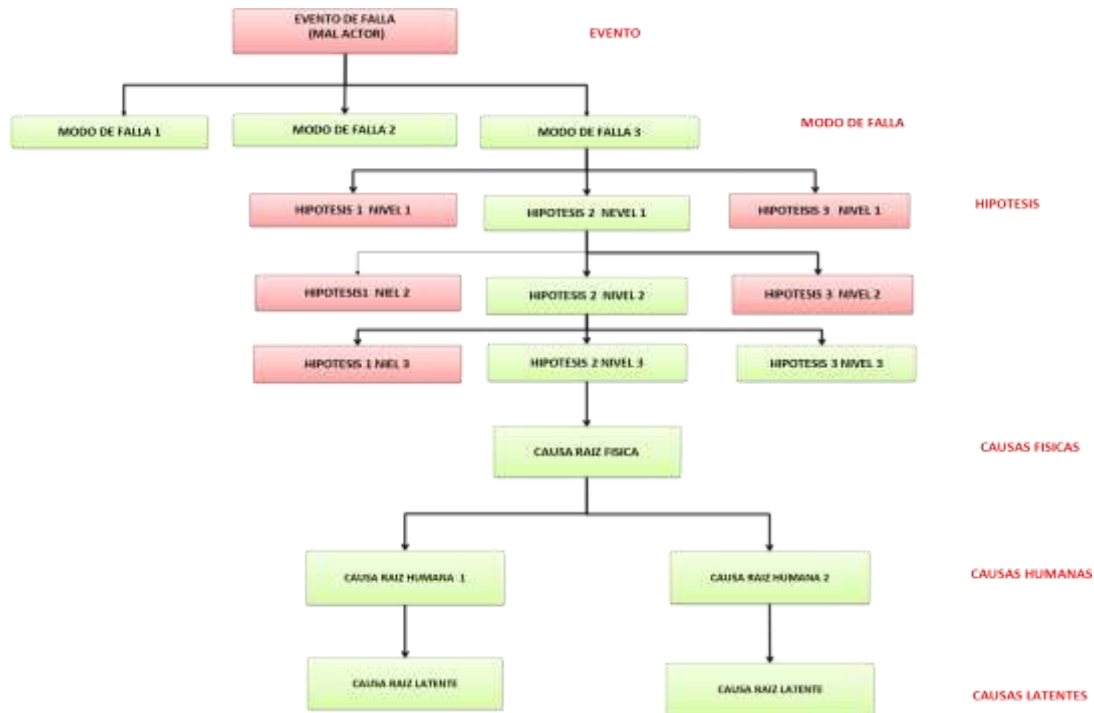


Figura N°4 Árbol Lógico de Fallas: Fuente (.A, 2017)

Con la correcta aplicación de las diversas herramientas se podrá identificar de En qué medida puede mejorar la disponibilidad de camiones de acarreo de mineral a tajo abierto la implementación de planes de mantenimiento preventivo .para luego posteriormente implantado dicho plan poder demostrar de cómo mejora la disponibilidad de los camiones de acarreo de mineral a tajo abierto con la implementación de planes de mantenimiento.

En las investigaciones realizadas un autor Mesa Grajales, Dairo H: Ortiz Sánchez, Yesid: Pinzón, Manuel – 2006, aplica en sus estudios diversos criterios como son: criterios de confiabilidad, criterios de Disponibilidad, criterios de Mantenibilidad y a la vez la relación entre disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En base a las investigaciones realizadas se puede concluir que para obtener una buena disponibilidad de equipos dentro de una instalación minera en este caso a tajo abierto se debe de siempre estar constantemente buscando las mejoras continuas para poder implantar un buen plan de mantenimiento que estas pueden ser también a la vez tomadas como recomendaciones para un buen plan de mantenimiento sea desarrollado en cualquier tipo de empresa basados en los conceptos de *confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad*.

Para Mejorar la disponibilidad de los equipos de acarreo en minería e implantar un buen plan de mantenimiento preventivo se debe de realizar mediante diferentes herramientas de confiabilidad como es *el Árbol lógico de fallas*

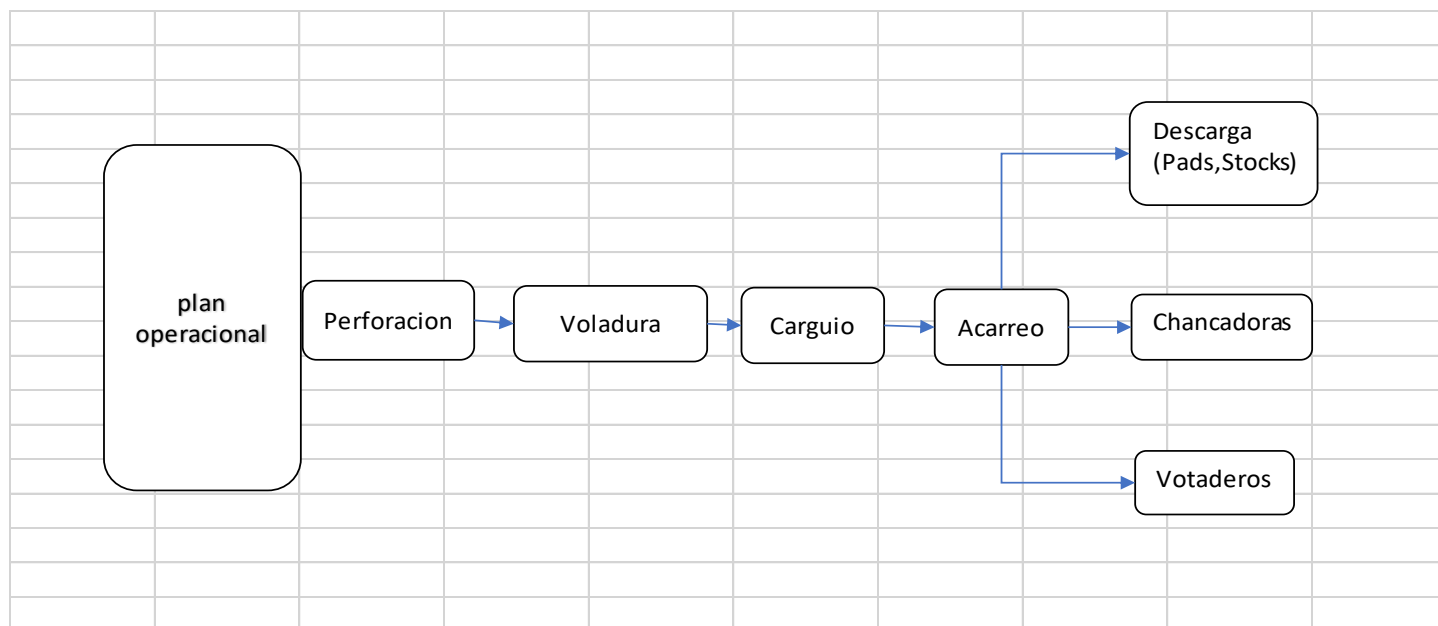
El objetivo de todo equipo de mantenimiento dentro de una empresa ya sea en el sector minero en el sector de construcción es de garantizar la función requerida de los equipos y sistemas para una mejor disponibilidad de cada unidad requerida dentro de la producción.

Si un equipo opera fuera de las condiciones. Para las que fue diseñado, el mantenimiento nada puede hacer para mejorar su disponibilidad dentro del proceso productivo.

La productividad del equipo de carreo , es afectada por su absorbencia y estado físico ; ya que además de provocar interrupciones frecuentes por mantenimiento correctivo el número real de toneladas por viaje es significativamente menor al del diseño .(*conciencia tecnológica No 42,julio-Diciembre2011*)

Revisadas las diferentes bases de datos de los diferentes autores se pudo determinar que dentro de toda instalación minera a tajo abierto tienen el mismo ciclo de los equipos de transporte de minería a tajo abierto que comprende a cuatro operaciones unitarias principales : perforación ,voladura,carguío,y acarreo para su principal proceso ,que para los equipos de transporte comprende en :la etapa de carga ,viaje a sitio de vaciado, descarga, viaje a sitio de carga ,espera en cola y posicionamiento ,para ser nuevamente cargado .(*Orellana Jara, Felipe Ignacio - 2018*)

Figura N°5 CICLO DE ACARREO DEL CAMION EN MINERIA A TAJO ABIERTO



REFERENCIAS

- Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013 Ingeniería Industrial, núm. 34, enero-diciembre, 2016, pp. 11-26 Universidad de Lima
- Estudio de Productividad del Equipo de Carga en una Mina de Mineral de Fierro a Cielo Abierto Conciencia Tecnológica, núm. 42, julio-diciembre, 2011, pp. 26-30
- Zegarra Ventura; Manuel Enrique-2015: Modern Heavy Equipment Maintenance Management.
- García Zapata, Teonila Dora; Sancho Davila-2013 : Modelo de mejora de la competitividad basada en indicadores críticos de gestión en las pequeñas empresas de servicios de mantenimiento de equipos pesados – UNMSM
- Rodríguez del Águila, M. A. (2012). Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca.
- Rivera Salas, Ricardo Mayron – 2018: Mejoramiento de la flota de carguío y acarreo en operaciones mina, para el incremento de la producción, sociedad minera Cerro Verde S.A.A.
- Orellana Jara, Felipe Ignacio ; Modelo integrado de simulación y optimización para planes mineros de mediano plazo en minería a tajo abierto: Universidad de Chile-2018
- Geldres Marchena, Ranal Raúl , Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) en la industria peruana .Una revisión sistemática de literatura científica de los últimos 10 años, Universidad privada del norte.
- Mesa Grajales, Dairo Ortiz Sánchez , Yesid: Pinzón ,Manuel en el tema La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento; Universidad Tecnológica de Pereira Pereira, Colombia
- Niño Jaimes Jeisson David Control de la confiabilidad en equipos de operación minera de la empresa Prodeco Mina LA JAGUA basado en las técnicas RIM (RELIABILITY INFORMATION MANAGEMENT) y RCA (ANÁLISIS CAUSA RAÍZ) Universidad Francisco de Padua Santander Ocaña, COLOMBIA
- García García, José Miguel. (2018). Estudio para la implementación de taller especializado en el Mantenimiento correctivo de equipos camineros pesados en el Cantón libertad de la provincia de Santa Elena. Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE. Guayaquil. 68p.
- conciencia tecnológica No 42, julio-Diciembre 2011
- Scientia et Technica Año XIII, No 37, Diciembre de 2007. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701
- <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2517>
- http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4492/1/REP_ING.IND_ANTHONY.ARTEAGA_GIANLUCA.RUIZ_OPERACION.DE.ACARREO_DATOS.PDF
- <http://repositorio.ulima.edu.pe/handle/ulima/3837>.